



**HAL**  
open science

# RECHERCHE SUR LE COMPORTEMENT BIOCHIMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE DE LA VITAMINE A DANS LA SÉCRÉTION LACTÉE (Fin)

Andre François

► **To cite this version:**

Andre François. RECHERCHE SUR LE COMPORTEMENT BIOCHIMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE DE LA VITAMINE A DANS LA SÉCRÉTION LACTÉE (Fin). *Le Lait*, 1947, 27 (261\_262), pp.26-48. <hal-00927932>

**HAL Id: hal-00927932**

**<https://hal.science/hal-00927932v1>**

Submitted on 11 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## RECHERCHE SUR LE COMPORTEMENT BIOCHIMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE DE LA VITAMINE A DANS LA SÉCRÉTION LACTÉE

par

ANDRÉ FRANÇOIS  
Ingénieur Chimiste I. C. P.  
Ingénieur-Docteur  
(Fin)

### CHAPITRE VII

#### I. INFLUENCE DE L'ALIMENTATION SUR LA TENEUR DU LAIT EN CAROTÈNE ET EN VITAMINE A

A. La littérature fournit de nombreux chiffres sur les teneurs du lait en carotène et en vitamine A. On note une extrême variabilité de ces teneurs. Les auteurs l'attribuent principalement à l'influence de l'alimentation, mais il est aussi possible que, dans ces divergences, interviennent les différents modes de dosage utilisés.

D'autre part, les auteurs déterminent les teneurs en carotène et en vitamine A soit du lait, soit du beurre, et ces valeurs ne sont pas toujours comparables.

Citons par exemple les chiffres trouvés en Belgique par DECO [80] étudiant des laits du commerce : les teneurs en facteur A les plus élevées s'observent en avril et octobre, et les plus basses sont obtenues en février. La teneur en vitamine A varie de 1 microgramme pour 100 cm<sup>3</sup> (hiver) à 20 microgrammes (été) et la teneur en carotène de 5 à 25 microgrammes.

WILLSTEADT et WITH [36] trouvent pour les laits d'été de 150 à 300 unités internationales de vitamine A, et de 60 à 100 unités en hiver. Pour le beurre, BAUMANN et STEENBOCK [38] citent les chiffres extrêmes de 25 à 880  $\gamma$  de carotène, et de 158 à 922  $\gamma$  de vitamine A pour 100 grammes de beurre.

D'après la littérature, M<sup>me</sup> RANDOIN [81] cite les chiffres extrêmes de 4 à 50  $\gamma$  de carotène et de 2 à 50  $\gamma$  de vitamine A pour 100 cm<sup>3</sup> de lait avec comme teneur moyenne 14  $\gamma$  de carotène et 14  $\gamma$  de vitamine A. Cet auteur cite en particulier les chiffres trouvés en France par JAVILLIER [1] : 17  $\gamma$  de vitamine A pour 100 cm<sup>3</sup> de lait (en janvier) avec les teneurs extrêmes de 13 à 22  $\gamma$ .

Le travail de CARY [82] résume excellemment les recherches faites sur l'influence de l'alimentation sur la teneur du lait en carotène et en vitamine A.

La conclusion à laquelle arrivent tous les auteurs est que la teneur du lait en carotène et en vitamine A dépend étroitement des

quantités de carotène et de vitamine A apportées par la ration. PETERSON et Coll. [62], GILLAM et HEILBRONN [83], Van WIJNGAARDEN [84], SUTTON et KRAUSS [85], HODGSON et Coll [86], SMITH et POWELL [87], MEIGS [88].

Cependant, la teneur du lait en facteur A n'est pas proportionnelle à la quantité de carotène ingéré. SMITH et POWELL, GILLAM et HEILBRONN, RUSSEL, TAYLOR et Coll. [89].

CARY [82] signale le fait que malgré les énormes quantités de carotène ingérées par une vache laitière à la pâture, la teneur en vitamine A de la matière grasse du lait n'augmente pas indéfiniment.

### B. Essais d'enrichissement du lait en vitamine A

On possède peu de données sur l'enrichissement de la teneur du lait en vitamine A par addition de vitamine proprement dite à la ration. Les quelques expériences tentées à cet égard ont d'ailleurs peu d'intérêt pratique, en raison des hautes doses de vitamine administrées. Par exemple, un apport de 30.000 unités par jour augmente la teneur du lait. Un apport de 700.000 unités augmenterait considérablement cette teneur.

### C. Expérience

On ne possède pas de renseignements sur la teneur en vitamine A du lait obtenu dans les conditions de la pratique agricole française, et plus particulièrement sur les teneurs des laits provenant des fermes de la Région parisienne. Ces laits sont destinés en grande partie à l'alimentation des enfants parisiens. Il est donc important d'en connaître l'activité vitaminique.

Cette expérience permet de montrer les erreurs d'alimentation commises dans les régions de grande culture.

Au point de vue physiologique, elle permet d'étudier l'influence de l'alimentation sur la teneur du lait en vitamine A et les influences secondaires : variations individuelles, variations dues à la race, influence de l'état de lactation.

Nous avons d'autre part recherché si les quantités de vitamine A ajoutées quelquefois à la ration des vaches laitières dans les conditions de la pratique agricole française étaient susceptibles d'augmenter la teneur du lait en vitamine A.

Les animaux demeuraient à l'étable du mois de novembre au mois d'avril. L'expérience a été poursuivie du début du mois de novembre au début du mois d'août.

#### a) *Constitution des lots.*

Nos essais ont porté sur 65 vaches laitières — pour la plupart

hollandaises — réparties en 3 étables distinctes. Le lot B comprenait des vaches hollandaises, normandes et montbéliardes, ne recevant point de foin. Le lot F, constitué de vaches hollandaises, recevait 2 kg. de foin. Le lot T, constitué également de vaches hollandaises, recevait 6 kg. de foin (1).

Chacun de ces lots était lui-même divisé en deux groupes, l'un ne recevant pas de vitamine A, l'autre recevant une solution huileuse de vitamine A exactement titré (huile de foie de poisson) dont la teneur était de l'ordre de 500 microgrammes de vitamine A par gramme.

Les rations alimentaires de chaque lot étaient comparables au point de vue de leur valeur énergétique et de l'apport en matières azotées. Tous les sept jours, la ration d'aliments concentrés, dépourvue de carotène, était ajustée d'après les besoins théoriques de chaque animal, à l'aide des résultats du contrôle laitier de la semaine écoulée.

L'huile était versée à la pipette, directement sur l'aliment concentré au moment de la distribution aux animaux, de telle façon que l'apport de vitamine A soit exactement de 500  $\gamma$  par kilogramme de concentré. Le fait d'utiliser une huile de foie de poisson comme source de vitamine A nous a obligés à tenir compte de l'apport de vitamine D<sub>1</sub>. C'est pourquoi nous avons fourni quotidiennement aux animaux composant ce second groupe de chaque lot une quantité équivalente de vitamine D<sub>1</sub> à l'aide d'une solution commerciale de calciférol.

#### b) *Prélèvement des échantillons.*

Les prélèvements de lait étaient effectués d'abord chaque semaine, à l'entrée en stabulation, puis mensuellement au cours de l'hiver, puis à quelques jours d'intervalle, lors de la mise à l'herbe.

Des échantillons moyens et des échantillons individuels étaient prélevés. Les échantillons moyens, provenaient du mélange de parties aliquotes des productions lactières de chacune des vaches du groupe considéré.

#### c) *Résultats.*

Les résultats sont consignés dans les tableaux XVIII, XIX, XX, XXI.

Les courbes de la figure XXV traduisent les variations des teneurs du lait en carotène et en vitamine A. Pour la clarté du graphique on n'a porté que les courbes moyennes. Chaque ordonnée représente la moyenne des teneurs des laits de chacun des groupes. Les teneurs sont exprimées en microgrammes de vitamine A et de carotène par litre de lait (en prenant 1 unité internationale : 0.35  $\gamma$ ).

(1) Le foin contenait 14 milligrammes de carotène par kilogramme.

TABLEAU XVIII  
LAITS MOYENS. LOT B

Date	Groupe Bs			Groupe Ba		
	Pas de foin — Sans vitamine			6 kg. de foin — avec vitamine A		
	Carotène γ/l	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car,	Carotène γ/l.	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car.
8-11-43 .....	300	225	0,75	300	225	0,75
5-11-43 .....	270	210	0,78	270	210	0,78
22-11-43 .....	285	140	0,49	285	140	0,49
29-11-43 .....	275	120	0,43	275	120	0,43
8-12-43 .....	135	70	0,52	90	80	0,88
23-12-43 .....	90	85	0,95	55	90	1,64
6-1-44 .....	100	90	0,90	100	80	0,8
27-1-44 .....	50	95	1,9	60	100	0,67
7-2-44 .....	50	95	1,9	55	100	0,81
21-2-44 .....	55	55	1	50	45	0,90
20-3-44 .....	40	55	1,97	35	65	1,86
30-3-44 .....	15	50	3,35	15	53	3,5
13-4-44 .....	37	55	1,48	25	53	2,1
20-4-44 .....	65	110	1,68	65	110	1,7
27-4-44 .....	155	130	0,84	140	110	0,79
30-4-44 .....	220	130	0,59	190	145	0,76
25-5-44 .....	250	170	0,68	260	190	0,73
5-8-44 .....	140	135	0,96	220	100	0,45

### E. Interprétation et discussion

Les teneurs du lait en carotène et en vitamine A atteignent des valeurs extrêmement faibles après une période de stabulation de quelques semaines. Dans les conditions d'alimentation précisées plus haut, ces teneurs s'abaissent à l'ordre de grandeur des teneurs du lait écrémé.

L'alimentation exclusivement lactée des enfants peut alors présenter des inconvénients graves et doit être accompagnée d'un apport de vitamine A (et vraisemblablement D). Les besoins quotidiens de l'enfant sont d'environ 500 γ. 1 litre de lait d'hiver apporte 60 γ de vitamine A et 50 γ de carotène.

L'ingestion de pulpe de betterave de distillerie (contenant 1 à 2 grammes d'acide sulfurique par kilogramme) ne paraît pas être responsable de ces basses teneurs du lait en facteurs A. En effet, un lait, provenant d'une vache hollandaise nourrie de betterave fraîche et de foin présentait une teneur de 50 microgrammes de carotène et de 100 microgrammes de vitamine A par litre (fin janvier), puis de 50 γ de carotène et 75 γ de vitamine A.

TABLEAU XIX  
LAITS MOYENS. LOT F

Date	Groupe Fs			Groupe Fa		
	2 kg. de foin — Sans vitamine			2 kg. de foin — Avec vitamine		
	Carotène γ/l.	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car.	Carotène γ/l.	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car.
8-11-43 .....	345	390	1,13	345	390	1,13
15-11-43 .....	285	240	0,84	285	240	0,84
22-11-43 .....	280	210	0,75	280	210	0,75
29-11-43 .....	220	160	0,73	220	160	0,73
8-12-43 .....	160	130	0,81	140	120	0,86
23-12-43 .....	80	155	1,94	50	65	1,3
6-1-44 .....	75	60	0,80	80	120	1,5
27-1-44 .....	60	105	1,75	60	65	1,08
7-2-44 .....	50	90	1,8	55	100	1,82
21-2-44 .....	55	60	1,09	60	45	0,75
30-3-44 .....	45	50	1,11	20	55	2,75
13-4-44 .....	30	85	2,8	35	87,5	2,5
20-4-44 .....	85	105	1,23	110	200	1,82
27-4-44 .....	230	165	0,9	185	185	1
30-4-44 .....	245	175	0,71	215	160	0,74
25-5-44 .....	230	155	0,67	230	230	1
5-8-44 .....	140	100	0,71	120	150	1,25

Un autre échantillon de lait d'une vache hollandaise recevant 15 kilogrammes de betterave, 3 kilogrammes de paille, 2 kilogrammes

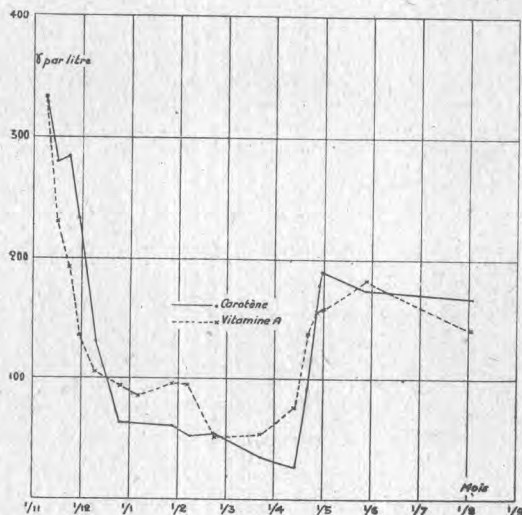


FIG. XXV.

de tourteau de lin contenait 50 γ de carotène et 80 γ de vitamine A par litre (début-mars).

La teneur moyenne de 50 γ de carotène et de 60 de vitamine A par litre semble caractériser les laits d'hiver de la région parisienne.

Dans le même temps, une vache normande et une bretonne Pie-Noire, nourries exclusivement de foin,

TABLEAU XX  
LAITS MOYENS LOT T

Date	Groupe Ts 6 kg. de foin— Sans vitamine			Groupe Ta 6 kg. de foin— Avec vitamine		
	Carotène γ/l.	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car.	Carotène γ/l.	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car.
8-11-43 .....	345	390	1,13	345	390	1,13
15-11-43 .....	285	240	0,81	285	240	0,81
22-11-43 .....	295	230	0,78	295	230	0,78
29-11-43 .....	205	130	0,64	205	130	0,64
23-12-43 .....	70	80	1,14	40	90	2,25
30-12-43 .....	75	100	1,33	92,5	110	1,19
27-1-44 .....	70	105	1,5	70	105	1,5
7-2-44 .....	85	85	1	65	100	1,52
21-2-44 .....	50	60	1,2	60	50	0,83
20-3-44 .....	45	45	1	30	60	2
13-4-44 .....	22	95	4,3	15	85	0,5
20-4-44 I.....	130	225	1,72	37	80	2,15
27-4-44 .....	200	135	0,67	165	195	1,18
30-4-44 .....	265	180	0,68	—	—	—
25-5-44 .....	265	240	0,9	205	200	0,97
5-8-44 .....	140	180	1,28	240	175	0,76

donnaient un lait dont les teneurs étaient respectivement de 170 et 310 γ de carotène, et de 190 et 180 γ de vitamine A par litre (fin mars).

Intermédiairement, le lait d'une vache hollandaise nourrie de moha ensilé contenait 155 γ de carotène et 135 γ de vitamine A par litre (15 février).

L'ingestion quotidienne de 2 à 6 kilogrammes de foin (soit de 28 à 44 mgr. de carotène) pendant la période de stabulation n'a pas augmenté la teneur du sang en vitamine A (p. 72).

La teneur moyenne des laits moyens au cours de la période novembre-août est légèrement supérieure dans les lots T et F à celle du lot B. La différence est d'ailleurs très faible. Pour la vitamine A, les valeurs sont les suivantes : Bs 112 ; Ba 112 ; Fs 147 ; Fa 152 ; Ts 159 ; Ta 155,5.

Les teneurs en carotène sont alors : Bs 140,5 ; Ba 138 ; Fs 154 ; Fa 146,5 ; Ts 159 ; Ta 137,5. Elles sont dans l'ordre croissant des quantités de foin ingérées.

Les teneurs en vitamine A sont plus élevées dans les laits des lots F et T que dans ceux du lot B (de l'ordre de 25 %), mais il n'y

TABLEAU XXI  
LAITS INDIVIDUELS  
LOT T

Date	Groupe Ts 6 kg. de foin — Sans vitamine				Groupe Ta 6 kg. de foin — Avec vitamine			
	Nom de la vache	Caro- tène γ/l.	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car.	Nom de la vache	Caro- tène γ/l.	Vit. A γ/l.	Vit. A/ Car.
23-12-43	Bobine	125	90	0,72	Aspirine	100	80	0,8
23-12-43	Agrippine	55	180	3,25	Ondine	70	100	1,43
31-3-44	Agrippine	35	40	1,14	Ondine	20	60	3
31-3-44	Bondineç	35	—	—	Delphine	35	70	2
31-3-44	Nadine	40	45	1,12	Périne	25	90	3,6
13-4-44	Nadine	20	65	3,25	Périne	—	—	—
13-4-44	Zéphirine	75	58	0,77	Titine	37	65	1,76

## LOT F

	Groupe Fs 2 kg. de foin — Sans vitamine				Groupe Fa 6 kg. de foin — Avec vitamine			
	Nom	Caro- tène	Vit. A	Vit. A/ Car.	Nom	Caro- tène	Vit. A	Vit. A/ Car.
16-12-43	Paulette	80	100	1,24	Ponette	115	92,5	0,80
31-3-43	Paulette	15	75	5	Ciboulette	65	55	0,85
16-12-43	Bichette	100	100	1	Mariette	80	90	1,12
16-12-43					Mariette	15	100	6,65
31-3-44	Bichette	10	65	6,5				
16-12-43	Badette	92,5	95	1,03	Finette	105	92,5	0,88
16-12-43					Finette	20	75	3,75
31-3-44					Yvette	30	70	2,3
21-3-43					Yvette	22	120	5,4
21-3-44	Cotelette	50	40	0,8	Coletteç	35	80	2,3
13-4-44	Tartelette	35	65	1,86	Nénette	20	42	2,1
13-4-44	Rigolette	45	75	1,66				

## LOT B

	Groupe Bs Pas de foin — Sans vitamine				Groupe Ba Pas de foin — Avec vitamine			
	Nom	Caro- tène	Vit. A	Vit. A/ Car.	Nom	Caro- tène	Vit. A	Vit. A/ Car.
8-12-43	Moka	125	100	0,8	Polka	150	90	0,6
8-12-43	Maria	140	90	0,64	Luidaç	160	105	0,65
13-4-44	Reseda	35	60	1,71	Thetaç	35	58	1,66
	Kaba	30	55	1,84	Kaba	25	65	2,6
13-4-44	Kaba	22	55	2,5	Kaba	35	45	1,28

a pas de différence systématique entre les lots F (à 2 kilogrammes de foin) et T (à 6 kilogrammes de foin).



Cependant, ce mode de calcul de moyennes entre des valeurs aussi différentes est critiquable et ne peut être donné qu'à titre indicatif. Il est plus rigoureux de calculer les moyennes des teneurs des laits en carotène et en vitamine A par périodes. En toute rigueur, il faudrait tenir compte de la production et calculer la teneur moyenne du lait de mélange. Notre calcul, quoique très approché est commode pour mettre en évidence le phénomène.

L'examen des courbes de la fig. XXV montre en effet trois périodes distinctes dans l'excrétion saisonnière des facteurs A par le lait (nous y reviendrons p. 131).

1. Première période comprise entre le 22 novembre inclus et le 23 décembre inclus.

2. Période comprise entre le 23 décembre inclus et le 14 avril inclus.

3. Période comprise entre le 14 avril inclus et le 25 mai inclus (mise à l'herbe).

Le tableau XXII traduit ces résultats.

TABLEAU XXII

Groupe de vaches	Carotène γ p/l.			Vitamine A γ p/l		
	Périodes					
	I	II	III	I	II	III
Ts .....	190	59,5	176,4	146,5	81,5	175
Ta .....	180	53	—	150	80	—
Moyenne .....	185	56,2	176,4	148,25	80,75	175
Fs .....	185	56,5	164	163	86,5	137
Fa .....	177,5	51,5	155	139	77	172,5
Moyenne .....	181	54	159,5	151	81,75	154,75
Bs .....	196	54,5	145,5	104	72,5	119
Ba .....	176	49,5	136	107,5	73	121,6
Moyenne .....	186	52	141	105,75	72,75	120,3

Quelle que soit la période, l'ingestion de vitamine A aux doses indiquées n'a eu aucun effet sur la teneur du lait en vitamine A. Les teneurs des laits des groupes avec vitamines présente un écart soit positif, soit négatif par rapport à la teneur des laits des groupes sans vitamines — et cet écart est au maximum de l'ordre de grandeur de l'erreur expérimentale (10 %).

L'ingestion de quantités différentes de foin par les vaches des lots B, F et T a eu un petit retentissement sur la teneur du lait en vitamine A. A cet égard, les lots F et T (respectivement 2 et 6 kilogrammes de foin) produisent — au cours des périodes I et II — des laits dont l'activité vitaminique est identique.

Le lait provenant des vaches du lot B — ne recevant pas de foin — contient moins de vitamine A que les laits provenant des deux autres lots. Cette différence se chiffre par une chute de 26 et de 11 %, respectivement pour les périodes I et II, entre les moyennes des teneurs en vitamine A des laits des groupes Fa et Fs d'une part, Ba et Bs d'autre part.

Il apparaît donc que 2 kilogrammes de foin (28 mgr. de carotène) représente une quantité minimum — un seuil — qui permet d'élever légèrement la teneur des laits en vitamine A — par rapport au lait de vaches presque totalement carencées. Entre 2 et 6 kilogrammes, le supplément de carotène ingéré n'a pas d'effet.

Les teneurs en carotène des laits des différents lots — toujours au cours des périodes I et II — présentent des différences non systématiques et de l'ordre des erreurs d'expérience.

Cependant, au cours de la période III (mise à l'herbe) le décalage entre les teneurs en vitamine A et en carotène s'affirme — en particulier entre les lots F et T qui jusque là ne présentaient pas de différence. Il est intéressant de constater que c'est au moment où les animaux reçoivent des quantités considérables de carotène que la différence entre les teneurs en vitamine A des laits des différents lots s'affirme.

D'ailleurs, après sept semaines de pâturage, les teneurs des laits en vitamine A sont d'autant plus grandes que les vaches ont reçu plus de foin pendant la stabulation. Les laits ayant les teneurs les plus élevées sont ceux des vaches du lot T (6 kilogrammes de foin), puis ceux des vaches du lot F (2 kilogrammes de foin), puis enfin ceux des vaches du lot B (pas de foin).

La petite quantité de foin ingérée quotidiennement par les vaches des lots T et F pendant la stabulation semble avoir épargné les réserves de carotène de l'animal et empêché sa carence.

La teneur des laits d'été en carotène n'a pas été influencée par l'alimentation en stabulation.

L'ingestion de vitamine A aux doses indiquées n'a eu aucun effet, ni immédiat, ni lointain sur la teneur du lait en vitamine.

Une quantité de 6 kilogrammes de foin à teneur moyenne en carotène est donc insuffisante pour produire un lait à activité vitaminique élevée.

Seule, l'ingestion de quantités de bon foin de l'ordre de 15 à

20 kilogrammes peut assurer la production d'un lait dont l'activité vitaminique approche celle des laits d'été.

Il y aura intérêt, dans l'alimentation du bétail, à fournir aux animaux en stabulation une ration aussi riche que possible en carotène, qui pourra être apporté, sous un petit volume, par de la farine de feuille de luzerne convenablement récoltée ou, plus couramment, par les fourrages ensilés ou encore par les bons foins de légumineuses.

Les doses pratiques de vitamine A ajoutées à la ration des vaches laitières sont insuffisantes pour augmenter la teneur du lait en vitamine.

## 2. Variations individuelles.

La comparaison des teneurs en carotène et en vitamine A de laits prélevés à une même date, provenant de vaches de même race, soumises à une même alimentation montre que les variations individuelles sont relativement faibles.

Les chiffres extrêmes, pour des laits provenant de vaches placées dans les mêmes conditions, vont par exemple de 100 à 180  $\gamma$ , de 75 à 42  $\gamma$ , de 65 à 100  $\gamma$  de vitamine A ; de 45 à 20, de 55 à 70 pour le carotène.

Remarquons d'ailleurs que ces variations surviennent principalement dans les laits des vaches recevant du foin (voir tableau XXI). Les teneurs des laits provenant du lot de vaches sans foin sont beaucoup mieux groupées. On peut penser que le métabolisme du carotène est différente d'un individu à l'autre.

## 3. Teneur du lait en facteurs A en fonction de l'état de lactation.

Il n'est pas possible de formuler une conclusion en ce qui concerne la teneur du lait en vitamine A en fonction de l'état de lactation chez une même vache. Il se superpose en effet le facteur « alimentation » qui est le plus important.

Comparons les laits de vaches soumises à une même alimentation mais dans des états de lactation différents.

Date du vêlage	Date du prélèvement	Carotène $\gamma$ /l.	Vitamine A $\gamma$ /l.	Semaines de lactation	Nom
9-12-43	31-3-44	35	40	15	Agrippine
26-12-43	31-3-44	35	—	13	Bondine
6-3-44	31-3-44	40	45	3	Nadine
25-11-43	31-3-44	20	60	19	Ondine
14-12-43	31-3-44	35	70	14	Delphine

Ces variations sont de l'ordre des variations individuelles, sans qu'on puisse les attribuer à l'état de lactation différent.

GILLAM et Coll. [44], FRIEDERICHSEN et WITH [90] n'ont pu trouver de relation entre la teneur du lait en vitamine A et l'état de lactation.

#### 4. Variations dues à la race.

Nous ne possédons aucun renseignement sur l'activité vitaminique A des laits des vaches des différentes races françaises.

A l'étranger, SUTTON et KRAUS [85] ont trouvé que les beurres de Guernsey et Holstein ont à peu près la même activité, et ces deux beurres sont nettement plus actifs que les beurres de Ayrshire et Jersey. De même, GILLAM [83] trouve que l'activité vitaminique totale du beurre de Guernsey est significativement plus élevée que celle des races Shortorn, Ayrshire, Frisonne, ces trois races présentant de très faibles différences entre elles.

SHAW et Coll. [91] concluent que l'activité vitaminique est proportionnelle au pourcentage de matière grasse caractéristique de la race.

Ce qui varie surtout, c'est le rapport carotène vitamine A (GILLAM, BAUMANN [38] BEESON [92]). Par exemple, la teneur de la matière grasse de Guernsey en carotène est plus élevée que celle des Holstein. Les teneurs en vitamine A sont dans l'ordre inverse.

En somme, l'influence de la race semble être assez minime sur l'activité vitaminique totale du lait.

Nous avons étudié les laits de vaches de race hollandaise, normande, montbéliarde. Nous avons quelques résultats concernant les laits de vaches de race flamande et bretonne.

Dans l'expérience décrite, les lots F et T étaient constitués par des vaches de race hollandaise, le lot B de normandes et de quelques montbéliardes et hollandaises.

Les résultats sont les suivants :

MOYENNE DES ÉCHANTILLONS MOYENS ENTRE NOVEMBRE ET AOUT

	Normande		Hollandaise		Hollandaise	
	Bs	Ba	Fs	Fa	Ts	Ta
Carotène $\gamma$ /litre . . . . .	140,5	138	154	146,5	159	137,5
Vitamine A $\gamma$ /litre . . . . .	112	112	147	152	157,5	145,5
Total (U. I. l.) . . . . .	554	550	677	680	715	645
Vitamine A/Carotéine	0,80	0,81	0,95	1,04	0,99	1,06

L'activité vitaminique totale de ces laits — compte tenu du régime — est sensiblement identique.

La différence est cependant plus grande lorsque les animaux reçoivent un excès de carotène. Le 8 novembre, les vaches étant au pâturage donnaient un lait moyen dont les teneurs étaient les suivantes :

	Carotène γ/l.	Vita- mine A γ/l.	Vitamine A U. I./l.	Activité totale	Vit. A/ Car.
Hollandaises.....	345	390	1.100	1.675	1,12
Normande.....	360	230	660	1.260	0,64
Montbéliarde.....	245	215	615	1.023	0,88

L'activité totale est calculée en prenant 1 unité internationale = 0,6 γ de carotène. L'activité due au carotène est additionnée à celle due à la vitamine A (en U. I.).

L'activité vitaminique A totale du lait de vaches hollandaises est supérieure, à cette date, à celle des laits de normande et de montbéliarde. La différence est de l'ordre de 30 %.

Le 15 novembre, les vaches venant de rentrer à l'étable et recevant une ration comprenant des feuilles et collets de betterave donnaient des laits dont les teneurs étaient :

Hollandaise.....	285	240	690	1.165	0,845
Normandeç.....	255	225	640	1.065	0,88
Montbéliarde.....	285	190	535	1.101	0,67

L'ordre des teneurs est le même qu'à la date précédente.

La différence dans ces teneurs en carotène et en vitamine A des laits des différentes races s'atténue cependant.

Le 22 novembre, on notait les valeurs suivantes :

Hollandaise.....	295	230	655	1.145	0,78
Hollandaise.....	280	210	600	1.065	0,75
Normande.....	275	130	380	840	0,58
Montbéliarde.....	310	180	510	1.025	0,58

Enfin, le 29 novembre, les teneurs étaient :

Hollandaise (T).....	205	130	375	715	0,63
Hollandaise (F).....	220	160	450	815	0,73
Normandeç.....	280	120	340	805	0,43
Montbéliarde.....	245	120	340	780	0,49

A cette date, il n'y a pas de différence dans l'activité vitaminique totale des différents laits. Elle ne se manifeste que lorsque les animaux reçoivent une quantité notable de carotène.

Le lait des vaches de race hollandaise présente alors une activité vitaminique A supérieure à celle du lait de vaches de race normande et de montbéliarde, semble-t-il.

Les laits moyens proviennent en effet de 10 à 12 vaches hollandaise et normande, alors que nous ne disposions que d'une seule vache montbéliarde.

Le rapport Vit. A/Carotène est plus grand dans le lait de vaches hollandaises que dans celui de normandes. Les normandes excrètent donc davantage de carotène par rapport à la vitamine A que les vaches hollandaises.

Lorsque les réserves sont épuisées (animaux en stabulation), les différences dans l'activité vitaminique A totale et les rapports Vit. A/Carotène diminuent.

Notons enfin les teneurs des laits d'une vache normande et d'une bretonne nourries exclusivement de foin.

	Carotène	Vitamine A	Vit. A/Car.
Normande .....	170	190	1,12
Bretonne .....	310	180	1,72

C'est par l'excrétion du carotène que ces deux races semblent différer.

##### 5. Amplitude des variations saisonnières dans les teneurs du lait en carotène et en vitamine A.

L'amplitude des variations dans les teneurs du lait en carotène et en vitamine A atteint des valeurs considérables. Les teneurs extrêmes en carotène ( $\gamma$  par litre) sont de 15 et de 345  $\gamma$  et, pour la vitamine A de 50 et de 390  $\gamma$ . Le lait de printemps peut donc contenir vingt fois plus de carotène et sept à huit fois plus de vitamine A que le lait de fin d'hiver. L'amplitude de la variation atteint des valeurs plus élevées pour les teneurs en carotène que pour les teneurs en vitamine A. L'excrétion de la provitamine est plus grande que celle de la vitamine A ; le carotène se comporte en quelque sorte comme un élément de surcharge ne pouvant être mis en réserve qu'avec difficulté. Il se comporte à cet égard un peu comme une vitamine hydrosoluble — B ou C — dont l'organisme peut se charger et se décharger rapidement.

Il intervient une sorte de régulation dans la teneur du lait en vitamine A.

Le tableau XXI, p. 118, montre que, dans les laits individuels le rapport Vitamine A/Carotène est de l'ordre de 0,75-1 au début

de la stabulation. A la fin, il atteint les valeurs 2-3, ce qui montre bien que l'excrétion du carotène est plus importante que l'excrétion de la vitamine A lorsque l'apport de carotène par l'alimentation est devenu insuffisant.

Après une période de sécheresse, l'herbe s'étant jaunie et desséchée, les teneurs du lait en carotène ont diminué de 47 % (Ts), 40 % (Fs), 47 % (Fa), 36 % (Bs), 7 % (Ba), (Ta) a augmenté de 17 %. Les teneurs en vitamine A ont diminué de 25 % (Ts), 12,5 % (Ta), 35 % (Fa), 20 % (Bs), 47 % (Ba). (Fs) a augmenté de 3 %.

Ici encore, la baisse a été la plus forte pour le carotène.

#### 6. **Vitesse de variation de la teneur du lait en carotène et en vitamine A.**

Elle est mesurée par la pente de la courbe qui exprime la variation de la teneur du lait en vitamine A et en carotène en fonction de la date de prélèvement.

Les courbes de la fig. XXV étant à la même échelle, on pourra comparer les vitesses de variation des teneurs en carotène et en vitamine A.

##### *Allure générale du phénomène.*

Il y a lieu de distinguer trois périodes dans l'excrétion saisonnière des facteurs A par le lait.

1. La teneur du lait en carotène et en vitamine A tombe très rapidement après la mise en stabulation des animaux.

En cinq semaines, elle passe par exemple pour le groupe Ta de 340 à 70  $\gamma$  de carotène, de 395 à 70  $\gamma$  de vitamine A (entre le 15 novembre et le 23 décembre).

2. Il existe un point anguleux dans la courbe, qui subit alors un changement de pente très brusque (période du 23 décembre au 14 avril).

L'excrétion du carotène et de la vitamine se trouve considérablement diminuée au cours de cette période. Il existe un mécanisme physiologique qui permet de freiner la décharge de vitamine A par le lait, lorsque la ration contient relativement peu de carotène.

Au cours de cette seconde période, la vitesse de variation de la teneur du lait en vitamine A et en carotène est faible.

3. A la mise à l'herbe les teneurs remontent très rapidement.

Le maximum de variation observé est obtenu pour le carotène en deux semaines alors que pour la vitamine A le maximum survient après un délai de cinq à six semaines.

Ces conclusions diffèrent de celles de FRIEDERICHSEN et WITH [90] qui trouvent que la teneur maximum en carotène est

obtenue en trois-quatre semaines, alors que le maximum est atteint en une semaine pour la vitamine A.

Cependant, on ne peut comparer en toute rigueur ces deux conclusions, le maximum ayant pu être atteint entre le 25 mai et le 5 août, période pendant laquelle on ne pouvait effectuer de prélèvements.

Le carotène se comporte encore ici comme un élément de « charge », qui est immédiatement excrété par le lait.

La vitamine A doit d'abord être mise en réserve avant de passer dans le lait.

\* \* \*

Examinons maintenant les vitesses de variation des teneurs des laits des différents groupes.

### PÉRIODE I

#### Passage d'une ration riche à une ration pauvre en carotène

##### a) Carotène.

La teneur du lait en carotène, au cours de la période I, tombe d'autant plus vite que les vaches reçoivent moins de foin. C'est la teneur des laits du lot B qui varie le plus vite, celle des laits T (6 kilogrammes de foin) qui varie le moins vite, le lot F (2 kilogrammes de foin) présentant une vitesse de chute intermédiaire. La différence est toutefois faible.

##### b) Vitamine A.

Le même ordre s'observe pour les teneurs en vitamine A.

### PÉRIODE II

On ne peut noter aucune différence dans la variation de la teneur en carotène et en vitamine A du lait de chacun des six groupes pendant la période de basses teneurs.

### PÉRIODE III

La vitesse de variation de la teneur du lait en vitamine A à la mise à l'herbe est différente selon la quantité de foin reçue par les animaux au cours de la stabulation.

La teneur en vitamine A des laits des deux groupes du lot B (ne recevant pas de foin) remonte plus lentement et à un niveau moins haut que celle des laits des deux autres lots.

Le carotène ingéré par les vaches des lots F et T n'a donc pas été inutile physiologiquement, bien qu'il n'ait eu qu'un retentissement insignifiant sur la teneur du sang et du lait en vitamine A.



Il a permis de maintenir les réserves à un niveau tel qu'elles se manifestent après un apport massif de carotène dû à la mise à l'herbe.

La remontée des teneurs en vitamine A des lots F et T s'effectue à des vitesses légèrement différentes, mais qui ne sont pas sous la dépendance de la quantité de foin reçue en stabulation.

L'addition de vitamine A aux doses indiquées n'a eu aucune influence sur la vitesse de variation de la teneur du lait en vitamine A. La différence de vitesse dans la remontée des teneurs en carotène est moins accentuée que pour les teneurs en vitamine A des lots des groupes B d'une part, F et T d'autre part.

Le même ordre décroissant des vitesses : T (6 kilogrammes de foin, F (2 kilogrammes de foin), B (pas de foin) est cependant retrouvé.

La vitesse de remontée des teneurs du lait en carotène est un peu plus rapide que la vitesse de chute.

#### 7. Utilisation du carotène alimentaire dans la sécrétion lactée.

Considérons le cas des vaches du lot B, ne recevant pratiquement pas de carotène du 15 novembre au 15 avril.

Une vache produisant 10 litres de lait par jour, contenant en moyenne 100  $\gamma$  de carotène et 100  $\gamma$  de vitamine A, excrétera au cours de cette période 150 milligrammes de vitamine A et la même quantité de carotène.

Les vaches des lots F et T (respectivement 2 et 6 kilogrammes de foin) exportent les mêmes quantités et reçoivent cependant :

a) Lot F : 2 kilogrammes de foin contenant 14 mgr. de carotène par kilogrammes, soit au total 4 gr. 2.

b) Lot T : 6 kilogrammes de foin apportant au total 12 gr. 6 de carotène.

Ainsi, un tel excès de carotène ingéré par les vaches des lots F et surtout T n'a eu qu'une influence très faible sur la teneur du lait en facteurs A.

Nous avons vu cependant que ce carotène n'avait pas été inutile et qu'il se manifeste par une remontée plus rapide des teneurs en vitamine A chez les vaches l'ayant reçu, et par une teneur en vitamine plus élevée au cours du pâturage.

Les vaches du lot B empruntent donc la vitamine A et le carotène à leurs réserves — qui subissent une diminution de l'ordre de 0 gr. 15. L'utilisation du carotène alimentaire par les vaches du lot F — en supposant que le carotène du lait provient exclusivement de l'alimentation actuelle — est de l'ordre de 3-4 %.

Pour les vaches du lot T, elle est évidemment moindre — de l'ordre de 1 % — puisque la quantité de carotène et de vitamine A exportée reste sensiblement constante quand la quantité de carotène ingéré triple. CARY, FRIEDERICHSEN et WITH, RUSSEL et TAYLOR, Van WIJNGAARDEN trouvent des valeurs du même ordre de grandeur.

De sorte que l'utilisation du carotène alimentaire pour la sécrétion lactée diminue lorsque la quantité de carotène ingéré augmente. RUSSEL et TAYLOR ont exprimé la même opinion.

Cela est vraisemblablement dû, comme FRIEDERICHSEN et WITH le pensent, à l'utilisation des réserves lorsque l'apport de vitamine A alimentaire est faible.

#### *Importance pratique*

Les résultats précédents montrent que la teneur en facteurs A du lait des vaches nourries dans les conditions de la pratique agricole de la région parisienne s'abaisse, pendant les mois d'hiver, à une valeur extrêmement basse.

Ce lait est incapable de couvrir les besoins vitaminiques de l'enfant. Le diététicien et le médecin ne devront pas l'oublier. Par ailleurs, il est bien connu, dans la pratique de l'élevage, qu'il est très difficile d'élever des veaux pendant la période d'hiver.

En gros, la courbe qui traduit la mortalité serait symétrique aux courbes XXV et XXVI p. 132 et 133 ; la mortalité maximum se produisant lorsque les teneurs sont minima.

Il est hors de doute que pendant cette période, le lait n'est pas seulement déficient en carotène et en vitamine A, mais que le taux d'autres vitamines et plus généralement des « ergones » (Von EULER) contenues dans le lait s'abaisse considérablement.

Cependant, étant donné l'énorme importance jouée par les facteurs A dans la croissance et la lutte contre les infections, on peut penser que la faible teneur du lait en carotène et en vitamine A est en grande partie responsable de la mortalité des veaux.

La production de lait à basse teneur en carotène affecte en outre la qualité du beurre produit. C'est une conséquence moins grave que la carence des enfants en vitamine A et que la mortalité des veaux, mais qui n'en a pas moins une importance économique.

On sait que les beurres d'hiver sont peu colorés, mais ce défaut commercial est facilement réduit par l'addition de colorant artificiel dépourvu d'activité vitaminique. Plus importante est la question de la conservation des beurres. Les travaux de BECK, WITNAH et MARTIN [93], de COWE, MARTIN et BECK [94], de CARSON BROWN et Coll. [95] ont montré que la saveur oxydée (oxydised flavour)

est plus fréquente dans les beurres peu colorés. L'apparition de la saveur oxydée est prévenue par l'absorption de carotène.

Les qualités organoleptiques et la conservation du beurre sont donc liées à sa teneur en carotène.

Le producteur de lait devra s'efforcer de livrer un produit aussi riche que possible en facteurs A.

Pratiquement, l'apport alimentaire devra être fait sous forme de carotène.

La meilleure source sera le foin de luzerne ou l'ensilage d'excellente qualité.

CARY [82] cite les chiffres suivants pour les teneurs en carotène de divers aliments du bétail :

	Teneurs moyennes (Mmgr. par kilogramme)
Farine de feuille de luzerne .....	151
Foin de luzerne U. S. n° 1 .....	44
Foin de luzerne U. S. n° 2 .....	15
Foin de luzerne U. S. n° 3 .....	4
Foin de phléole U. S. n° 1.....	21
Foin de phléole U. S. n° 2.....	9
Foin de phléole U. S. n° 3.....	5
Carottes jaunes .....	91

Si l'on prend les données les plus récentes de DAVIS et MADSEN [65] qui indiquent comme besoin minimum pour une reproduction normale chez la vache 60  $\gamma$  de carotène par kilog de poids de l'animal (soit 30 mgr. par jour), on voit qu'il suffit d'une quantité aussi faible que 1 kilog de bon foin pour couvrir ces besoins.

Bien entendu, si l'on veut produire un lait à haute activité vitaminique A, il faudra que la ration comprenne une quantité de foin plus importante.

Le cultivateur ne saurait apporter trop de soin à la récolte du foin. Une dessiccation rapide est nécessaire et, dans les conditions optima, pourra être réalisée par un procédé industriel. L'ensilage permet de conserver les fourrages sans altérer notablement leur activité vitaminique.

En résumé, les variations individuelles ou raciales dans les teneurs du lait en carotène et en vitamine A sont absolument négligeables par rapport aux variations dues à une alimentation plus ou moins riche en carotène. Un changement rapide survient dans les teneurs du lait en carotène et en vitamine A lorsque la quantité de carotène ingéré varie. La variation des teneurs en carotène suit d'ailleurs plus rapidement un changement de la ration que la variation des teneurs en vitamine A.

De l'ensemble des faits observés, il ressort que le carotène est retenu plus difficilement par l'organisme que la vitamine A.

### CONCLUSIONS GÉNÉRALES

I. Le dosage de la vitamine A peut s'effectuer rapidement par la méthode électrophotométrique de Meunier et Raoul qui donne des résultats comparables à ceux qui sont fournis par le dosage spectrophotométrique.

Le dosage colorimétrique du carotène fournit des résultats plus élevés que ceux donnés par la méthode spectrophotométrique.

II. Le lait conservé à 2° et à l'obscurité pendant quinze jours ne perd pratiquement ni carotène, ni vitamine A.

La fermentation putride est plus néfaste à la vitamine A que l'acidification. Le trioxyméthylène, surtout lorsque le lait est exposé à la lumière, active la destruction du carotène et de la vitamine A.

III. La matière grasse émulsionnée du lait contient la majeure partie du carotène et de la vitamine A.

Cependant, une petite fraction des lipides et des facteurs A sont unis aux protides — et vraisemblablement à l'albumine ou à la globuline — sous forme de cénapses.

Il reste d'ailleurs à rechercher si le carotène et la vitamine A ne sont pas fixés superficiellement par les globules émulsionnés — ces corps pouvant être unis à la fois aux lipides et à la membrane protéique.

Physiologiquement, on peut supposer que cette petite quantité de carotène et de vitamine A passe directement par filtration dans la mamelle, avec les cénapses qui existent dans le sang. Ces dernières subissent une dislocation dans la mamelle.

Lipides et facteurs A suivent des processus sécrétoires différents quand la pression intra-mammaire est faible. Les quantités de carotène et de vitamine A sécrétées sont ensuite proportionnelles aux quantités de lipides élaborées.

La teneur du lait en carotène et en vitamine A dépend de la concentration de ces produits dans le sang. La corrélation n'est pas étroite, et le taux du lait n'est influencé que si les taux sanguins de carotène et de vitamine A varient largement.

IV. — La teneur du colostrum en carotène et en vitamine A est très élevée. Elle est plus indépendante de l'alimentation que celle du lait. Les variations de la teneur en fonction du temps écoulé depuis le vêlage affecte une allure régulière qui rappelle la variation de la teneur en protides.

Cependant, seules, les quantités totales de carotène et de

vitamine A excrétées décroissent à mesure que la lactation s'installe.

La teneur du colostrum en carotène et en vitamine A est d'autant moins grande que la vache a subi davantage de parturitions.

Il semble que la vache ne puisse reconstituer ses réserves de carotène et de vitamine A qu'avec de grandes difficultés, lorsqu'elle est soumise à un régime de stabulation prolongée, pendant laquelle elle ne reçoit que des aliments pauvres en carotène.

V. — La teneur du lait en carotène et en vitamine A dépend étroitement de la quantité de carotène apportée par l'alimentation.

Cependant, la teneur du lait n'est pas sensiblement augmentée, que la vache reçoive 2 ou 6 kilogrammes de foin. Il existe un au-dessous duquel la teneur des laits en facteurs A n'est pas augmentée.

Lorsque les animaux rentrent à l'étable, l'excrétion du carotène et de la vitamine A diminue rapidement d'abord, puis plus lentement ensuite. Le minimum est obtenu en vingt semaines environ. On arrive alors à une teneur qui est celle du lait écrémé.

La teneur du lait écrémé en carotène et en vitamine A est d'ailleurs beaucoup plus indépendante de la saison que celle du lait entier.

À la mise à l'herbe, la remontée des teneurs du lait est rapide. Elle est plus rapide pour le carotène que pour la vitamine A.

De l'ensemble des faits observés, il ressort que le carotène ne peut être mis en réserve au même titre que la vitamine A.

L'organisme peut subir des charges et des décharges et carotène, alors que la vitamine A semble subir une régulation physiologique qui tend à maintenir son niveau constant.

La remontée de la teneur du lait en carotène et en vitamine A, à la mise à l'herbe, est d'autant plus rapide que les vaches ont reçu plus de carotène pendant la stabulation.

C'est seulement à ce moment que l'on voit que le supplément de carotène apporté par les 6 kilogrammes de foin n'a pas été inutile.

L'addition de faibles quantités de vitamine A est incapable d'augmenter la teneur du lait en vitamines.

On a pu dire que les globules de matière grasse étaient surajoutés au lait. La vitamine A, et surtout le carotène, le sont également, lorsque la ration est riche en carotène.

Les basses teneurs du lait de vache en carotène et en vitamine A peuvent avoir de graves conséquences lorsque ce lait constitue la nourriture exclusive des enfants. Le beurre qu'il donne n'apporte aux adultes qu'une quantité insignifiante de vitamine A.

En outre, pendant la période de basse teneur, il est très difficile d'élever des veaux.

La production d'un lait riche en vitamine A est un problème auquel l'agriculteur doit s'attacher.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. JAVILLIER. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 1940, 26, 396.
  - [2] P. MEUNIER et Y. RAOUL. *C. R. Soc. Biol.*, 1938, 132, 259.
  - [3] CARR et JEWELL. *Nature*, 1933, 131, 92.
  - [4] CARR et PRICE. *Biochem. J.*, 1926, 20, 497.
  - [5] P. MEUNIER et Y. RAOUL. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1938, 20, 861 ; *C. R. Ac. Sc.*, 1938, 206, 1148.
  - [6] CHEVALLIER, MATHERON et ROUX. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, 132, 523.
  - [7] QUACKENBUSCH, STEENBOCK et PETERSON. *J. Biol. Chem.*, 1938, 48, 123.
  - [8] MOORE. *Biochem. J.*, 1929, 23, 803-1267 ; 1930, 24, 692.
  - [9] OLCOTT et MACCANN. *J. Biol. Chem.*, 1935, 94, 195.
  - [10] JOYET et P. LAVERGNE. *Ann. Physiol. Physicochim. Biol.*, 1937, 13, 1019.
  - [11] L. EMERIQUE. *Bull. Soc. Chiv. Éiol.*, 1937, 19, 859.
  - [12] A. CHEVALLIER et P. DUBOULLOZ. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1932, 14, 1076.
  - [13] A. CHEVALLIER et P. CHABRE. *C. R. Soc. Biol.*, 1934, 115, 1298.
  - [14] A. CHEVALLIER et P. DUBOULLOZ. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1936, 18, 191, 703, 1115.
  - [15] A. CHEVALLIER P. DUBOULLOZ et R. MATHERON. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, 131, 372.
  - [16] ROSENTHAL et ERDELY. *Biochem. Journ.*, 1934, 28, 41.
  - [17] LÉVINE et RICHMANN. *Journ. Biol. Chem.*, 1933, 101, 387.
  - [18] P. DULOU, A. VINET et P. MEUNIER. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1943, 25, 371.
  - [19] RYGH. *Bull. Soc. Chiv. Biol.*, 1934, 16, 609.
  - [20] Y. RAOUL et M. M. JANOT. *Éull. Soc. Chiv. Biol.*, 1941, 23, 78.
  - [21] P. MEUNIER, Y RAOUL. Le diagnostic chimique des avitaminoses. Masson, Paris, 1942.
  - [22] Ch. PORCHER. Le lait au point de vue colloïdal. *Le Lait*, Paris-Lyon.
  - [23] M. MACHEBGEUF et TAYEAU. *C. R. Soc. Biol.*, 1940, 133, 289.
  - [24] CROWTHER et RAISTRICK. *Biochem. Journ.*, 1916, 10, 434.
  - [25] WOODMANN. *Biochem. Journ.*, 1925, 25, 187.
  - [26] RIMINGTON. *C. R. Carlsberg*, 1927, 17, n° 2.
  - [27] GRAHAM. *Journ. Dairy Sc.*, 1937, 20, 413.
  - [28] REINECKE, STONECIPHER et TURNER. *Journ. Dairy Sc.*, 1941, 24, 535.
  - [29] PIETTRE. *C. R. Acad. Sc.*, 1934, 198, 1454, 1551.
  - [30] TGETGEL. *Schweiz. Arch. Tierhik*, 1926, 68, 6 et 7.
  - [31] HAMMOND. *The Vet. Rec.*, 1936, 16, 519.
  - [32] SWETT, MILLER, GRAVES et GREECH. *Journ. Agr. Res.*, 1932, 43, 577.
  - [33] RAGSDALE, BRODY et TURNER. *Journ. Dairy Sc.*, 1924, 7, 249.
  - [34] KON, GILLAM et WHITE. *Journ. Dairy Res.*, 1939, 10, 114.
  - [35] de HASS et MEULEMANS. *Zeit. Vitam. Forsh*, 1938, 133, 253.
  - [36] WILLSTEADT et WITH. *Zeit. f. Physiol. Chem.*, 1938, 133, 253.
  - [37] DANN. *Biochem. Journ.*, 1933, 28, 1998.
  - [38] BAUMANN et STEENBOK. *Journ. Biol. Chem.*, 1933, 101, 547.
- BAUMANN, STEENBOK, BEESON, RUPEL. *Journ. Biol. Chem.*, 1934, 105, 167.

- [39] OISON, HEGSTEAD et PETERSON. *Journ. Dairy Sc.*, 1939, 22, 63.
- [40] VAN BEVER. *Arch. Néerl. Physiol.*, 1938, 23, 552.
- [41] P. MEUNIER et A. VINET. *Le Lait*, 1941, 21, 207.
- [42] A. CHEVALLIER et MANUEL. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, 130, 553.
- [43] SCHREWSBURY et KRAYBILL. *Journ. Biol. Chem.*, 1933, 101, 701.
- [44] GILLAM. *Biochem. Journ.*, 1934, 7, 78.
- [45] A. CHEVALLIER, MANUEL et FAUBERT. *Trav. Memb. Soc. Chim. Biol.*, 1941, 23, 1429.
- [46] P. MEUNIER et Y. RAOUL. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1942, 25, 173.
- [47] STRAIN. *J. Biol. Chem.*, 1937, 127, 191.
- [48] GILLAM et EL RIDI. *Biochem. Journ.*, 1935, 29, 2469.
- [49] PALMER. *Journ. Biol. Chem.*, 1915, 23, 261.  
PALMER et ECKLES. *Journ. Biol. Chem.*, 1914, 17, 191.
- [50] VAN DEN BERGH, HYMONS et MULLER. *Ver. Akad. Wetten. Amsterdam*, 1920, 22, 748.  
VAN DEN BERGH et BROEKMEYER. *Biochem. Journ.*, 1920, 108, 279.
- [51] SANDOR. Le problème des protéides. Doin, Paris, 1934.
- [52] MORGAN. *Am. Journ. Physiol.*, 1924, 64, 552.
- [53] COWARD, KAY et CAMBDEL. *Biochem. Journ.*, 1929, 23, 913.
- [54] MACHEBEUF. L'état des lipides dans la matière vivante. Hermann, Paris, 1936.
- [56] VINET, PLESSIER, RAOUL. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1943, 25, 147.
- [57] CHEVALLIER et CHORON. *C. R. Soc. Biol.*, 1938, 27, 1443.
- [58] GUILBERT et HART. *Journ. Nutrition*, 1934, 8, 25.
- [59] LINDQVIST. *Acta. Med. Scandinavia*, 1938, suppl. 97.
- [60] VARANGOT. *C. R. Soc. Biol.*, 1942, 136, 279.
- [61] MOORE. *Journ. Dairy Sc.*, 1939, 22, 513.
- [62] PETERSON, BORNSTEDT. *Journ. Dairy Sc.*, 1934, 18, 63.
- [63] SEMB, BAUMANN, STEENBOCK. *Journ. Biol. Chem.*, 1934, 107, 373 et 697.
- [64] CHEVALLIER, GIRAUD, DINARD. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, 131, 396.
- [65] DAVIS et MADSEN. *Journ. Nutrition*, 1934, 8, 25.
- [66] ENGEL et SCHLAG. *Milchn. Forsh*, 1924, 11, 1.
- [67] HOUDINIÈRE. *Le Lait*, 1944, 24, 108, 313. — 1945, 25, 97.
- [68] LEUSCHEN, KUNERTH, KRAMER, RIDDEL. *Journ. Nutrition*, 1937, 14, 247.
- [69] STEWART et MACCOLLUM. *Journ. Agric. Sc.*, 1938, 28, 428.
- [70] ENGEL, SCHLAG et MOHR. *Milchw. Forsch*, 1924, 11, 47.
- [71] de VRIES. *Off. Orgaan Van den Alg. Nederland Zuil.*, 1920, 770.
- [72] FAMULENER. *Trans. 15th. Intern. Congrès Hyg. Dem.*, 1914, 242.
- [73] SASSENHAGEN. *Arch. Kinderheilk*, 1910, 53, 281.
- [74] SMITH et LITTLE. *The Journ. of Exp. Med.*, 1922, 36, 181, 453. — 1924, 39, 303. — 1930, 44, 473.
- [75] TRAUM. *The Cornell vétérinarian*, avril 1922.
- [76] CHEVALLIER, GIRAUD, DINARD. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, 131, 373.
- [77] GRIMMER. *Milch. Forsh.*, 1924, 11, 31.
- [78] LELESZ. *Acta Vitaminologiae*, 1939, 2, 42.
- [79] MILLER, LEASE, ANDERSEN. *Journ. Dairy Sc.*, 1940, 23, 573.
- [80] DECO. *C. R. Soc. Biol.*, 1939, 130, 817.

- [81] RANDOIN. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1941, 23, 437.  
 [82] CARY. *Food and life yearbook of agric. U. S. dep. of Agric.*, 1939, 865, 685.  
 [83] GILLAM et HEILBRONN. *Biochim. J.*, 1935, 29, 834.  
 [84] VAN WIJNGAARDEN. *Nederl. Tijdschr. V. Geneesk.*, 1934, 78, 2668.  
 [85] SUTTON et KRAUS. *Bimo. Bull.*, 1936, 8, 21.  
 [86] HODGSON, KNOTT, MURER et GRAVES, 1958, 57, 513.  
 [87] SMITH et POWELL. *J. Dairy Sc.*, 1937, 20, 428.  
 [88] MEIGS et CONVERSE. *Proc. Amer. Soc. Animal Production*, 1933, 58  
 (Janv. 1934).  
 [89] RUSSEL et TAYLOR. *N. J. Agric. Exp. Sta. Bull.*, 1935, 592, 11.  
 [90] FRIEDERICHSEN et WITH. *Annales Pédiatrici*, 1939, 153, 113.  
 [91] SHAW, BECHDEL, GUERRANT, DUTCHER. *Journ. Dairy Sc.*, 1937, 20, 521.  
 [92] BEESON. *Proc. Amer. Soc. Animal Prod.*, 1935, 54.  
 [93] BECK, WITNAH, MARTIN. *Journ. Dairy Sc.*, 1939, 22, 28.  
 [94] COWE, MARTIN et BECK. *Journ. Dairy Sc.*, 1939, 22, 457.  
 [95] CARSON BROWN. *Journ. Dairy Sc.*, 1939, 23, 5, 351.  
 [96] VAN WIJNGAARDEN. *Dissertation Utrecht*, 1935.  
 [97] DENEL, HALLIDAY, HALLMAN, JOHNSTON, MILLER. *J. Nutrit.*, 1941,  
 22, 303.

## PRODUCTION ET CONTROLE HYGIÉNIQUE DU LAIT DANS LES ÉTABLES URBAINES ET SUBURBAINES

par

ANDRÉ LOUIS

Docteur-Vétérinaire sanitaire

(Fin)

### CHAPITRE III

## Hygiène du Personnel

Le lait, provenant d'animaux sains, peut être contaminé, lors de sa récolte ou des diverses manipulations dont il est l'objet, par les personnes qui en sont chargées. Si celles-ci sont atteintes ou convalescentes de maladies contagieuses, le lait devient alors un agent d'infection.

Le lait consommé cru, a été dénoncé comme agent de transmission de la fièvre typhoïde, dès 1879, par CAMEROUN relatant une épidémie qui sévit à Dublin et frappa soixante-sept personnes. Les malades avaient consommé le lait provenant d'une vacherie, dans le personnel de laquelle la fièvre typhoïde avait sévi et où les déjections de malades avaient été jetées sur un fumier voisin du lieu où la traite était pratiquée. Depuis, les observations se sont multipliées, et, en 1914, Ch. PORCHER pouvait établir une liste de 1.500 épidémies dont l'origine lactée avait été démontrée d'une façon certaine.

Les observations de diphtérie transmises par le lait sont nom-